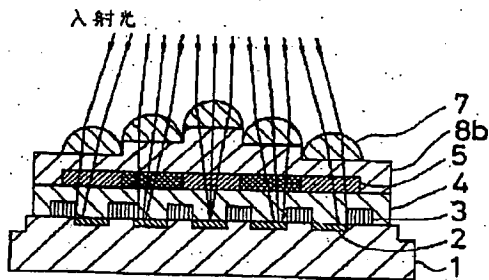
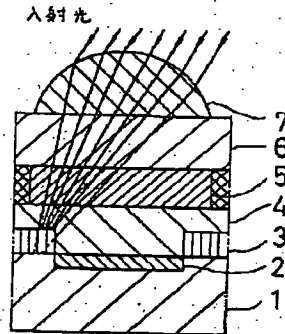


【図5】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 北村 則久  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電子  
工業株式会社内

(72)発明者 富谷 克巳  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電子  
工業株式会社内

(72)発明者 児玉 宏達  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電子  
工業株式会社内

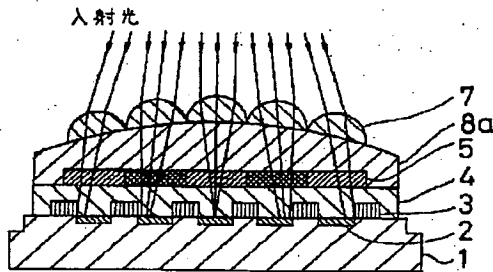
BEST AVAILABLE COPY

(5)

特開平6-118209

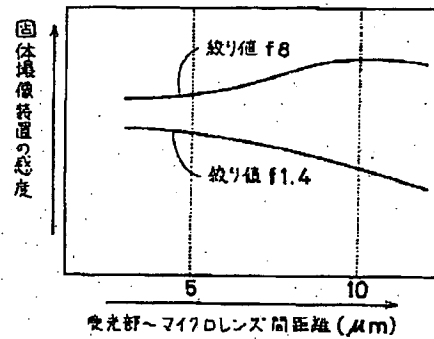
- 2 受光部  
3 遮光部  
4 平坦化層  
5 色フィルター層

【図1】



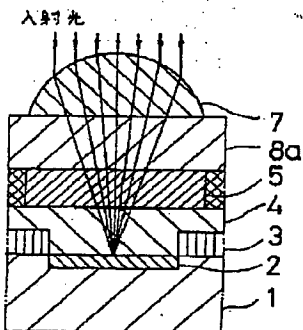
- 6 マイクロレンズ下平坦化層  
7 マイクロレンズ  
8 中間層

【図2】

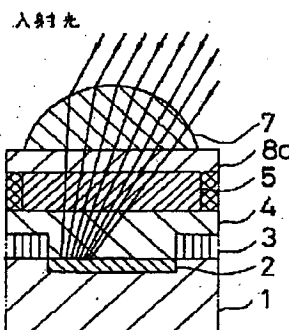


- 1 半導体基板 5 色フィルター層  
2 受光部 6 マイクロレンズ下平坦化層  
3 遮光部 7 マイクロレンズ  
4 平坦化層 8 中間層

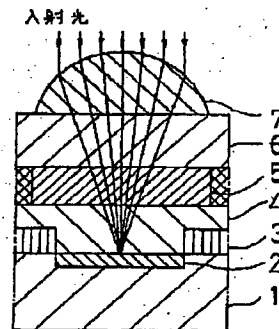
【図3】



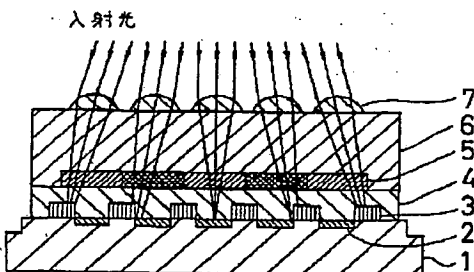
【図4】



【図7】



【図6】



BEST AVAILABLE COPY

7に入射した斜め光は、膜厚が中心に比べて薄い凸状の中間層8を通過し、所望の波長を持った光のみが色フィルター層5を通り、さらに平坦化層4を通り、受光部2に入射する。この場合、入射光が斜め光のため集光点が受光部5からずれる。しかし、中間層8aを凸状として、受光部2の周辺部における膜厚を中心部よりも薄くし、周辺部における受光部2とマイクロレンズ7の間の距離をマイクロレンズ7のもつ焦点距離より短くすることにより、外方の遮光部3にずれて遮光部3で遮られる光を極力少なくして、大部分の入射光を受光部2に取り入れることができる。

【0025】すなわち、上記図8のごとく、マイクロレンズ7と受光部2との間に上面が平面状であるマイクロレンズ下平坦化層6が介在する場合には、集光位置が受光部2からずれて受光部2に入射する光量が減少し、それによって感度が低下する。これに対し、上記第1実施例では、斜め方向の入射光成分が多い受光領域周辺部においても、中間層8aの周辺部における厚みが薄くなっているために、集光位置の外方へのずれが解消される。また、上記図2に示すように、固体撮像装置の感度も、中間層8aが薄い周辺部で最も高い。したがって、集光率の低下が抑制され、固体撮像装置の受光領域内で均一な感度を得ることができるのである。

【0026】次に、請求項2の発明に係る第2実施例について説明する。

【0027】図2は、第2実施例における固体撮像装置の構成を示し、アクリル系透明膜からなるマイクロレンズ7の直下部は、中央部から周辺部にむかうほどステップ状に薄くなるように形成された階段状の中間層8bとなっている。その他の構成は上記第1実施例における図1に示す構成と同様である。

【0028】本実施例でも、上記第1実施例と同様に、階段状の中間層8bの周辺部における膜厚を受光領域の中心部よりも薄くし、受光部2とマイクロレンズ7の間の距離をマイクロレンズ7のもつ焦点距離より短くすることにより、遮光部3に遮られる光を極力少なくして、大部分の入射光を受光部2に取り入れることができるとともに、中間層8bが周辺部で薄いことで周辺部における受光部2の感度が高くなる。よって、斜め方向の入射光成分が多い受光領域周辺部においても集光率の低下はほとんどなく、固体撮像装置受光領域内で均一な感度を得ることができる。

【0029】なお、上記各実施例では、色フィルター層5を有するカラー固体撮像装置について説明したが、本発明はかかる実施例に限定されるものではなく、色フィルター層を形成しない白黒固体撮像装置についても同様の効果が得られる。

【0030】さらに、実施例は省略するが、中間層8を中央部から周辺部にかけて薄くする場合、その一部を連続的に他部を段階的に薄くしていくようにしてもよい。

その場合にも、上記各実施例と同様の効果を得ることができる。

#### 【0031】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1の発明によれば、固体撮像素子の受光部の上に中間層を介してマイクロレンズを配設してなる固体撮像装置において、マイクロレンズの形成面となる中間層の上面を、固体撮像素子の中央部から周辺部に向かうにしたがって連続的に低くなるよう凸状に形成するようにしたので、斜め光が多くなる固体撮像装置の受光領域の周辺部においても、受光部とマイクロレンズの間の距離がマイクロレンズのもつ焦点距離よりも短くなることで、集光率の低下を可及的に抑制することができ、よって、固体撮像装置の受光領域における感度の均一化を図り、輝度シェーディングを抑制することができる。

【0032】請求項2の発明によれば、固体撮像素子の受光部の上に中間層を介してマイクロレンズを配設してなる固体撮像装置において、マイクロレンズ形成面となる中間層の上面を、固体撮像素子の中央部から周辺部に向かうにしたがってステップ状に低くなるよう凸状に形成したので、受光部の周辺部におけるマイクロレンズとの間の距離がマイクロレンズの焦点距離よりも短くなり、上記請求項1の発明と同様の効果を得ることができる。

【0033】請求項3の発明によれば、固体撮像素子の受光部の上に中間層を介してマイクロレンズを配設してなる固体撮像装置において、マイクロレンズ形成面となる中間層の上面を、固体撮像素子の中央部から周辺部に向かうにしたがって一部は連続的に他部はステップ状に低くなるよう凸状に形成したので、上記請求項1又は2の発明と同様の効果を得ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施例における固体撮像装置の主要部の構造を示す断面図である。

【図2】固体撮像装置受光部からマイクロレンズまでの距離に対する固体撮像装置の感度変化を示したグラフである。

【図3】第1実施例における固体撮像装置の受光領域の中心付近における入射光の状態を示す断面図である。

【図4】第1実施例における固体撮像装置の受光領域の周辺付近における入射光の状態を示す断面図である。

【図5】第2実施例における固体撮像装置の主要部の断面図である。

【図6】従来の固体撮像装置の主要部の断面図である。

【図7】従来の固体撮像装置の受光領域の中心付近における入射光の状態を示す断面図である。

【図8】従来の固体撮像装置の受光領域の周辺付近における入射光の状態を示す断面図である。

#### 【符号の説明】

1 半導体基板

3

ップ状に低くなるよう凸状に形成したものである。

【0011】

【作用】以上の構成により、請求項1の発明では、ビデオカメラのレンズによって集光された光は、固体撮像装置の受光領域の中心部付近においては、固体撮像装置の表面に対してほぼ垂直に入射する垂直光成分が多く、マイクロレンズに入射した光は、凸状の中間層の最も厚い部分を通過して受光部に入射し、入射光の集光点は受光部の垂線上にあるため、容易に感度が得られる。

【0012】一方、固体撮像装置の受光領域の周辺部においては、斜め方向の入射光成分が多くなる。その場合、入射光が斜め光のため集光点が受光部から外方にずれようとするが、マイクロレンズの形成面となる中間層の上面が凸状に形成され、中間層の周辺部における膜厚が中心部の膜厚よりも薄いため、周辺部における受光部とマイクロレンズの間の距離がマイクロレンズのもつ焦点距離よりも短くなり、大部分の入射光が外方にずれることなく受光部に取り入れられる。また、中間層が周辺部では薄いことで、固体撮像素子の感度が周辺部で高くなる。

【0013】したがって、受光部の周辺部における集光率の低下が可及的に抑制され、固体撮像装置の受光領域内で均一な感度が得られることになる。

【0014】請求項2の発明では、マイクロレンズ形成面となる中間層の上面が、固体撮像素子の中央部から周辺部に向かうにしたがってステップ状に低くなるよう凸状に形成されているので、受光部の周辺部におけるマイクロレンズとの間の距離がマイクロレンズの焦点距離よりも短くなり、上記請求項1の発明と同様の作用が得られることになる。

【0015】請求項3の発明では、マイクロレンズ形成面となる中間層の上面が、固体撮像素子の中央部から周辺部に向かうにしたがって、一部は連続的に他部はステップ状に低くなるよう凸状に形成されているので、上記請求項1又は2の発明と同様の作用が得られることになる。

【0016】

【実施例】以下、本発明の実施例について、図面を参照しながら説明する。

【0017】まず、請求項1の発明に係る第1実施例について説明する。

【0018】図1は、第1実施例における固体撮像装置の断面構造を示し、1はシリコンからなる半導体基板、2はフォトダイオードからなる受光部、3はアルミニウムからなる遮光部、4はアクリル系透明膜からなる平坦化層、5は天然有機レジストからなり、所望の色に染色された色フィルター層、7はアクリル系樹脂からなるマイクロレンズ、8aはアクリル系透明膜からなるマイクロレンズ直下の中間層である。

【0019】ここで、本発明の特徴として、上記図1の

4

マイクロレンズ7が形成される中間層8aの上面は、素子中央部が隆起した凸状に形成されている。この凸状の中間層8aは、後述のような固体撮像装置の感度特性（図2参照）を考慮して、受光部2からマイクロレンズ7までの距離が固体撮像装置の中心部付近で約 $10\mu\text{m}$ 、そして周辺部にむかうほどその距離は連続的に短くなり、固体撮像装置周辺端部で約 $4\sim 5\mu\text{m}$ となるような構造が得られる形状になされている。

【0020】一方、図2はビデオカメラのレンズの絞り値がF1.4（開放）およびF8のときの固体撮像装置受光部からマイクロレンズまでの距離に対する固体撮像装置の感度の変化の一例をグラフに示したものである。同図に示すように、ビデオカメラのレンズの絞り値がF1.4（開放）の場合、すなわち固体撮像装置への入射光が固体撮像装置表面に対して角度をもつ場合は、受光部2からマイクロレンズ7までの距離が短くなるほど感度が向上することがわかる。また、ビデオカメラのレンズの絞り値がF8の場合つまり固体撮像装置への入射光が固体撮像装置表面に対して垂直に近い場合、この例では受光部2からマイクロレンズ7までの距離が約 $10\mu\text{m}$ の点にピークが存在することがわかる。すなわち、固体撮像装置表面に対して角度をもった入射光成分に対して、最も高い感度が得られる受光部2からマイクロレンズ7までの距離は、平坦化層4および色フィルター層5の層厚を考慮に入れた場合、約 $4\sim 5\mu\text{m}$ であるといえる。また、垂直光成分に対して高い感度を得るためにはその距離は約 $10\mu\text{m}$ 必要である。

【0021】次に、図1に示すような凸状中間層8aを有するカラー固体撮像装置について、その動作を説明する。

【0022】図2に示すように、ビデオカメラのレンズによって集光された光は、固体撮像装置受光領域の中心部付近においては、固体撮像装置の表面に対してほぼ垂直に入射する垂直光成分が多い。しかし、中心部から周辺部へ離れる程、入射光の主光線が角度を持つようになり、斜め方向の入射光成分が増加する。ここで受光領域の中心付近と周辺部に分けて、その動作を説明する。

【0023】図3は、上記固体撮像装置の受光領域の中心付近における断面構造を抜粋したものである。図3に示すように、垂直光に近い光が入射する中心部においては、マイクロレンズ7に入射した光は、凸状の中間層8aの最も厚い部分を通過し、所望の波長を持った光のみが色フィルター層5を通り、さらに平坦化層4を通り、受光部2に入射する。この場合は、入射光の集光点は受光部2の垂線上にあるため、容易に感度を得ることができる。

【0024】次に、受光領域の周辺部について述べる。図4は上記固体撮像装置の受光領域の周辺部における断面構造を抜粋したものである。図4に示すように、ここでは斜め方向の入射光成分が多くなる。マイクロレンズ

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 固体撮像素子の受光部の上に中間層を介してマイクロレンズを配設してなる固体撮像装置において、

上記マイクロレンズの形成面となる中間層の上面は、固体撮像素子の中央部から周辺部へむかうに従って連続的に低くなるよう凸状に形成されていることを特徴とする固体撮像装置。

【請求項2】 固体撮像素子の受光部の上に中間層を介してマイクロレンズを配設してなる固体撮像装置において、

上記マイクロレンズ形成面となる中間層の上面は、固体撮像素子中央部から周辺部へむかうに従ってステップ状に低くなるよう凸状に形成されていることを特徴とする固体撮像装置。

【請求項3】 固体撮像素子の受光部の上に中間層を介してマイクロレンズを配設してなる固体撮像装置において、

上記マイクロレンズ形成面となる中間層の上面は、固体撮像素子中央部から周辺部へむかうに従って、一部は連続的に他部はステップ状に低くなるよう凸状に形成されていることを特徴とする固体撮像装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、マイクロレンズを備えた固体撮像装置に係り、特に受光領域内の感度を均一にするための対策に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、固体撮像素子の小型化、高画素化に伴い受光部面積の減少による感度の低下が問題となっている。そこで、この問題を解決するために、現在では受光部の上にマイクロレンズを備えた固体撮像装置が利用されている。

【0003】 以下に、従来のマイクロレンズを備えた固体撮像装置について説明する。

【0004】 図6は従来の固体撮像装置の断面図である。図6において、1はシリコンからなる半導体基板、2はフォトダイオードからなる受光部、3はアルミニウムからなる遮光部、4はアクリル系透明膜からなる平坦化層、5は天然有機レジストからなり、所望の色に染色された色フィルター層、6はアクリル系透明膜からなるマイクロレンズ下平坦化層、7はアクリル系樹脂からなるマイクロレンズである。この構成によって、受光部2の上方だけではなく遮光部3の上方にも入射してくる光がマイクロレンズ7を通り集光され、マイクロレンズ下平坦化層6を通った後、所望の波長を持った光のみが色フィルター層5を通過し、さらに平坦化層4を通り、受光部2に入射するようになされている。そして、この受光部2に入射した光は、その量に応じて受光部2で信号電荷に変換される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、図6に示した従来の固体撮像装置の構造では、入射光が垂直光の場合は、図7のように入射光の集光点が受光部2上に設定されているため、入射光は問題なく受光部2に集光する。しかし、入射光が斜め光になった場合は、図8に示すように、集光位置が受光部2から外方にずれて受光部2に入射する光量が減少し、それによって感度が低下する。一方、ビデオカメラのレンズにより集光されて固体撮像装置に入射してくる光の主光線は、レンズ絞りの開口径に関係なく固体撮像装置の光軸中心から遠ざかるほど角度をもつため、固体撮像装置の受光領域内でも光軸中心から遠ざかるほどマイクロレンズ7による集光位置が受光部2からずれることになる。このため、周辺部における感度の低下によって輝度シェーディングがおこるという問題があった。

【0006】 これらの問題に対して、光軸中心から端へ向かうに従ってマイクロレンズと受光部の位置をずらせることにより、周辺部における集光位置と受光部との位置のずれを解消する方法も提案されているが、そうすると、パターン形成工程の複雑化、精度の悪化等を招く虞れがある。

【0007】 本発明は斯かる点に鑑み、特に上述のような受光領域の周辺部における感度の低下は、平坦な面上にマイクロレンズが形成されていることが一因となっている点に着目してなされたものであり、その目的は、固体撮像装置において、マイクロレンズが形成される面を素子中央部が隆起した凸状とすることにより、周辺部における感度の低下を抑制し、もって、マイクロレンズと受光部をずらせることなく、輝度シェーディングを抑制することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、請求項1の発明の講じた手段は、図1に示すように、固体撮像素子の受光部の上に中間層を介してマイクロレンズを配設してなる固体撮像装置を前提とし、上記マイクロレンズの形成面となる中間層の上面を、固体撮像素子の中央部から周辺部へむかうに従って連続的に低くなるよう凸状に形成したものである。

【0009】 請求項2の発明の講じた手段は、図5に示すように、固体撮像素子の受光部の上に中間層を介してマイクロレンズを配設してなる固体撮像装置を前提とし、上記マイクロレンズ形成面となる中間層の上面を、固体撮像素子中央部から周辺部へむかうに従ってステップ状に低くなるよう凸状に形成したものである。

【0010】 請求項3の発明の講じた手段は、固体撮像素子の受光部の上に中間層を介してマイクロレンズを配設してなる固体撮像装置を前提とし、上記マイクロレンズ形成面となる中間層の上面を、固体撮像素子中央部から周辺部へむかうに従って、一部は連続的に他部はス

2-3

3) 102004 003 0738

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-118209

(43) 公開日 平成6年(1994)4月28日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 5/00	Z	9224-2K		
H 0 1 L 27/14		7210-4M	H 0 1 L 27/14	D

審査請求 未請求 請求項の数3(全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平4-263574

(22) 出願日 平成4年(1992)10月1日

(71) 出願人 000005843

松下電子工業株式会社

大阪府高槻市幸町1番1号

(72) 発明者 木寺 昭人

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電子工業株式会社内

(72) 発明者 ▲高▼木 貢

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電子工業株式会社内

(72) 発明者 西 嘉昭

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電子工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 前田 弘 (外2名)

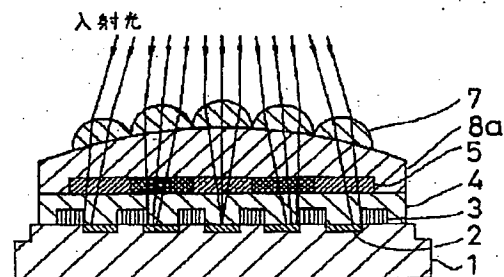
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体撮像装置

(57) 【要約】

【目的】 固体撮像素子の受光部の上に中間層を介してマイクロレンズを配設した固体撮像装置において、受光領域内の感度を均一にする。

【構成】 マイクロレンズ形成面となる中間層8の上を、固体撮像素子の中央部から周辺部に向かうにしたがって連続的又はステップ状に低くなるよう凸状に形成する。受光領域の周辺部になるほど受光部2からマイクロレンズ7までの距離をマイクロレンズ7の焦点距離よりも短くすることにより、受光領域の周辺になるほど増加する斜め方向の入射光成分を、一点に集光する前に効率よく受光部2に取り込むことができる。そのため、固体撮像装置の受光領域内の感度がほぼ均一となり、輝度シェーディングを抑制することができる。



- |         |                |
|---------|----------------|
| 1 半導体基板 | 5 色フィルター層      |
| 2 受光部   | 6 マイクロレンズ下平坦化層 |
| 3 遮光部   | 7 マイクロレンズ      |
| 4 平坦化層  | 8 中間層          |

BEST AVAILABLE COPY

BEST AVAILABLE COPY

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **06118209 A**(43) Date of publication of application: **28.04.94**

(51) Int. Cl.

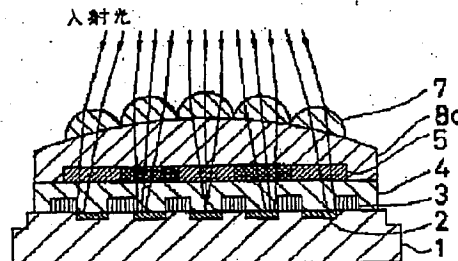
**G02B 5/00  
H01L 27/14**(21) Application number: **04283574**(22) Date of filing: **01.10.92**(71) Applicant: **MATSUSHITA ELECTRON CORP**(72) Inventor:  
**KIDERA AKITO  
TAKAGI MITSUGI  
NISHI YOSHIKI  
KITAMURA NORIHISA  
TOMITANI KATSUMI  
KODAMA HIROTATSU**(54) **SOLID IMAGE PICKUP DEVICE**

COPYRIGHT: (C)1994, JPO&amp;Japio

(57) Abstract:

**PURPOSE:** To unify the sensitivity in the light receiving region of a solid image pickup device arranged with micro-lenses on light reception sections of solid image pickup elements via an intermediate layer.

**CONSTITUTION:** The upper face of an intermediate layer 8a serving as the micro-lens forming face is formed into a protruded shape so that solid image pickup elements are made low continuously or in steps from the center section toward the peripheral sections. The distance from a light reception section 2 to a micro-lens 7 is made shorter than the focal distance of the micro-lens 7 toward the peripheral sections of the light receiving region, and the incidence light component in the slant direction increased toward the peripheral sections of the light receiving region can be efficiently received by the light reception sections 2 before it is collected at one point. The sensitivity in the light receiving region of a solid image pickup device is made nearly uniform, and intensity shading can be suppressed.

**BEST AVAILABLE COPY**